

**INTERMEDIATE TRANSFER BELT AND IMAGE FORMING DEVICE
EQUIPPED WITH THE SAME**

Patent Number: JP11167294
Publication date: 1999-06-22
Inventor(s): TANAKA ATSUSHI; SHIMOJO MINORU; SHIMADA AKIRA; ASHIBE TSUNENORI;
OSADA HIROYUKI
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP11167294
Application
Number: JP19970336175 19971205
Priority Number(s):
IPC Classification: G03G15/16; B29D29/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent image failures (scalelike nonuniformity, toner scatter, and splotch) over a long period.

SOLUTION: The intermediate transfer belt 5 is composed of a base layer and a covering layer with a thickness of 20 μm or more so that it obtains a potential of 300 V or higher and a current I1 of 20-100 μA when making the first rotation, and obtains a current I10 of 0.2-15 μA when making the 10th rotation. Thus, because proper electrostatic capacity, satisfactory electrification characteristic, a large time constant, and sufficient resistance to electric breakdown are imparted to the intermediate transfer belt 5, scalelike irregularity, scatter, and splotch all can be prevented over a long period of time.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-167294

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 3 G 15/16

G 0 3 G 15/16

B 2 9 D 29/00

B 2 9 D 29/00

// B 0 5 D 5/12

B 0 5 D 5/12

B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-336175

(22) 出願日 平成9年(1997)12月5日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 田中 篤志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 下條 稔

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 島田 明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 近島 一夫

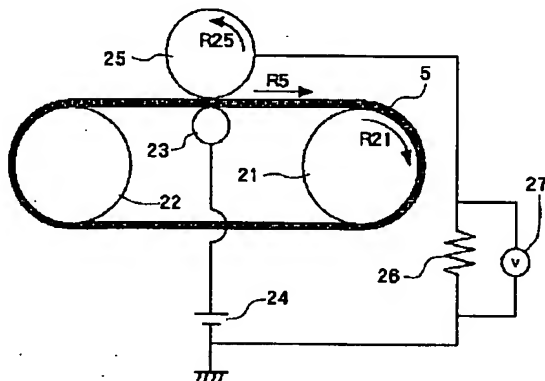
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中間転写ベルト、及びこれを備えた画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 画像不良（鱗ムラ、トナー飛び散り、斑点）を長期にわたって防止する。

【解決手段】 中間転写ベルト5を基層と厚さ $20\mu\text{m}$ 以上の被覆層とによって構成し、このとき、1周目電位が 300V 以上、1周目電流 I_1 が $20\sim 100\mu\text{A}$ 、10周目電流 I_{10} が $0.2\sim 15\mu\text{A}$ となるようにする。これにより、中間転写ベルト5は、適度な静電容量と、良好な帯電特性と、大きな時定数と、十分な耐絶縁破壊性とを兼ね備えることができるので、鱗ムラ、飛び散り、斑点のすべてを、長期間にわたって防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の像担持体から転写された画像を第2の像担持体に転写する中間転写ベルトにおいて、無端状に形成された基層と、該基層の表面側に形成された厚さ $20\mu\text{m}$ 以上の被覆層とを備え、所定の条件下で電圧を印加し回転させて測定したときの、1周目電位が 300V 以上、1周目電流 I_1 が $20\sim 100\mu\text{A}$ 、10周目電流が $0.2\sim 15\mu\text{A}$ であることを特徴とする中間転写ベルト。

【請求項2】 前記1周目電位が 350V 以上、前記1周目電流 I_1 が $22\sim 50\mu\text{A}$ 、前記10周目電流が $0.5\sim 15\mu\text{A}$ である、ことを特徴とする請求項1記載の中間転写ベルト。

【請求項3】 第1の像担持体から転写された画像を第2の像担持体に転写する中間転写ベルトにおいて、無端状に形成された、体積抵抗率が $5\times 10^8\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下の基層と、該基層の表面側に形成され、比誘電率が6.6以上で、厚みが $5\sim 40\mu\text{m}$ の第1の被覆層と、該第1の被覆層の表面に形成され、体積抵抗率が $5\times 10^{14}\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以上で、厚みが $5\sim 20\mu\text{m}$ の第2の被覆層と、を備える、ことを特徴とする中間転写ベルト。

【請求項4】 前記第1の被覆層の比誘電率が7.0以上で、厚みが $5\sim 15\mu\text{m}$ であり、前記第2の被覆層の体積抵抗率が $5\times 10^{15}\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以上で、厚みが $5\sim 15\mu\text{m}$ である、ことを特徴とする請求項3記載の中間転写ベルト。

【請求項5】 前記基層は、周方向のヤング率が $4\times 10^6\ \text{Pa}$ 以上となるように繊維で補強された厚さ $0.5\sim 2\text{mm}$ のゴムによって形成される、ことを特徴とする請求項1、2、3、又は4記載の中間転写ベルト。

【請求項6】 前記繊維が螺旋状に設けられている、ことを特徴とする請求項5記載の中間転写ベルト。

【請求項7】 厚さが $10\sim 35\mu\text{m}$ の電荷移動層を有する、第1の像担持体としての感光体と、該感光体表面に形成された画像が転写されるとともに、転写された画像を第2の像担持体に転写する中間転写ベルトと、を備え、該中間転写ベルトが、請求項1、2、3、4、5、又は6記載の中間転写ベルトである、ことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子写真方式の複写機やレーザービームプリンタ等に使用される中間転写ベルト、及びこれを備えた画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電子写真方式の画像形成装置（例えば、複写機、レーザービームプリンタ）において、中間転写ベルトを使用するものが知られている。例えば、4色フルカラーの画像形成装置では、第1の像担持体上にトナー像を形成し、このトナー像を中間転写ベルト上に一次転写する工程を、4色のトナー（イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの各色のトナー）について行って、中間転写ベルト上で一旦、4色のトナー像を重ね、その後、これら4色のトナー像を中間転写ベルト上から紙等の第2の像担持体上に一括して二次転写する。つづいて、4色のトナー像を溶融固着させて転写材上に定着させ、これにより、4色フルカラーの画像を得ることができる。

【0003】このような中間転写ベルトを用いた画像形成装置は、転写ドラム表面に巻き付けた転写材に感光ドラム上のトナー像を順次に転写していく画像形成装置（例えば、特開昭63-301960号公報）と比較すると、第2の像担持体である転写材に加工や制御（例えば、グリッパーに把持する、吸着する、曲率をもたせる等）を施すことなく、中間転写ベルトから転写材にトナー像を転写することができるため、封筒、ハガキ、ラベル紙等、 $40\text{g}/\text{m}^2$ 程度の薄い紙から $200\text{g}/\text{m}^2$ 程度の厚い紙まで、幅の広狭や、長さの長短にかかわらず転写可能であるという利点を有している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の中間転写ベルトによると、高画質と耐久性とを両立させることが難しいという問題があった。

【0005】すなわち、従来の中間転写ベルトは、例えば、特開昭55-41435号公報、特開平1-273075号公報、特開平3-192282号公報で提案されているように、低抵抗層を設け、さらにその表面に高抵抗層を重ねるようにして設けて構成される。このような構成によると、一般に、耐久性を向上させるべく高抵抗層を厚くした場合には、鱗状の濃度ムラ（以下「鱗ムラ」という）が発生するといった問題がある。逆に、薄くした場合には、複数色のトナーを重ねて転写した部分でトナーの飛び散りが発生し、また、耐久の進行に伴って、斑点状の画像不良（以下「斑点」という）が発生するという問題があった。つまり、鱗ムラ、トナー飛び散り、斑点の発生をすべて防止することはできないという問題である。

【0006】本発明は、転写ベルトにおける上述の問題を解決することを課題としてなされたものであり、その目的とするところは、鱗ムラ及びトナー飛び散りを防止するとともに、長期使用においても斑点が発生することのない中間転写ベルトを提供することを目的とする。

【0007】また、本発明の他の目的は、このような中間転写ベルトを備えることにより、長期にわたって高品質の画像を形成することのできる画像形成装置を提供す

ることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するための、請求項1に係る中間転写ベルトは、第1の像担持体から転写された画像を第2の像担持体に転写する中間転写ベルトにおいて、無端状に形成された基層と、該基層の表面側に形成された厚さ $20\mu\text{m}$ 以上の被覆層とを備え、所定の条件下で電圧を印加し回転させて測定したときの、1周目電位が 300V 以上、1周目電流 I_1 が $20\sim 100\mu\text{A}$ 、10周目電流が $0.2\sim 15\mu\text{A}$ である、ことを特徴とする。

【0009】請求項2に係る中間転写ベルトは、前記1周目電位が 350V 以上、前記1周目電流 I_1 が $22\sim 50\mu\text{A}$ 、前記10周目電流が $0.5\sim 15\mu\text{A}$ である、ことを特徴とする。

【0010】請求項3に係る中間転写ベルトは、第1の像担持体から転写された画像を第2の像担持体に転写する中間転写ベルトにおいて、無端状に形成された、体積抵抗率が $5\times 10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以下の基層と、該基層の表面側に形成され、比誘電率が6.6以上で、厚みが $5\sim 40\mu\text{m}$ の第1の被覆層と、該第1の被覆層の表面に形成され、体積抵抗率が $5\times 10^{14}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上で、厚みが $5\sim 20\mu\text{m}$ の第2の被覆層と、を備える、ことを特徴とする。

【0011】請求項4に係る中間転写ベルトは、前記第1の被覆層の比誘電率が7.0以上で、厚みが $5\sim 15\mu\text{m}$ であり、前記第2の被覆層の体積抵抗率が $5\times 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上で、厚みが $5\sim 15\mu\text{m}$ である、ことを特徴とする。

【0012】請求項5に係る中間転写ベルトにおいて、前記基層は、周方向のヤング率が $4\times 10^6\text{Pa}$ 以上となるように繊維で補強された厚さ $0.5\sim 2\text{mm}$ のゴムによって形成される、ことを特徴とする。

【0013】請求項6に係る中間転写ベルトは、前記繊維が螺旋状に設けられている、ことを特徴とする。

【0014】請求項7に係る画像形成装置は、厚さが $10\sim 35\mu\text{m}$ の電荷移動層を有する、第1の像担持体としての感光体と、該感光体表面に形成された画像が転写されるとともに、転写された画像を第2の像担持体に転写する中間転写ベルトと、を備え、該中間転写ベルトが、請求項1、2、3、4、5、又は6記載の中間転写ベルトである、ことを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面に沿って、本発明の実施の形態について説明する。

【0016】〈実施の形態1〉図1に、本発明に係る中間転写ベルトの一例、及びこれを備えた画像形成装置の一例を示す。なお、同図は、中間転写ベルトを使用した、電子写真方式の4色フルカラーの画像形成装置（例えば、複写機、プリンタ）の概略構成を示す縦断面図で

ある。なお、以下の説明では、4色のトナー像の形成順が、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックであるものとして説明を行うものとする。

【0017】同図に示す画像形成装置は、第1の像担持体として、ドラム型の電子写真感光体（以下「感光ドラム」という）を備えている。感光ドラム1は、アルミニウム等の円筒状のドラム基体の外周面にOPC（有機光半導体）等の感光層を設けたものである。感光ドラム1は、接地されていて、駆動手段（不図示）によって矢印R1方向に所定の周速度（プロセススピード）で回転駆動される。なお、上述の感光層は、OPCに代えて、アモルファスシリコンやアモルファスセレン等によって構成してもよい。

【0018】感光ドラム1は、矢印R1方向への回転過程で、一次帯電器（同図では、帯電ローラ）2によって、表面が所定の極性、所定の電位に一律に帯電処理される。次いで、帯電後の感光ドラム1表面は、露光手段3からの露光Lを受ける。この露光Lにより、感光ドラム1表面には、目的のカラー画像の第1の色成分像（イエロー成分像）に対応した静電潜像が形成される。

【0019】次いで、この静電潜像は、現像装置4によって現像される。現像装置4は、矢印R4方向に回転自在なロータリ4aと、このロータリ4aに搭載された4個の現像器、すなわちイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックのトナーをそれぞれ収納した第1の現像器（イエロー現像器）4Y、第2の現像器（マゼンタ現像器）4M、第3の現像器（シアン現像器）4C、第4の現像器（ブラック現像器）4BKとを有している。現像装置4は、感光ドラム1表面の静電潜像の現像に供される現像器が、ロータリ4aの回転によって、感光ドラム1表面に対向する現像位置Dに配置されるようになっている。本実施の形態では、ロータリ4aの回転によってイエロー現像器4Yが現像位置Dに配置され、感光ドラム1表面に静電潜像にイエローのトナーを付着させてイエローのトナー像として現像する。このとき、第2～第4の現像器、すなわちマゼンタ現像器4M、シアン現像器4C、及びブラック現像器4BKは作動せず、感光ドラム1には作用していないので、上述のイエローのトナー像は、上述の第2～第4の現像器による影響を受けることはない。

【0020】感光ドラム1の回転方向（矢印R1方向）についての現像装置4の下流側には、中間転写ベルト5が配置されている。中間転写ベルト5は、駆動ローラ5a、二次転写対向ローラ5b、テンションローラ5cに掛け渡された無端状のベルトであり、駆動ローラ5aによって、感光ドラム1の矢印R1方向に回転に対して順方向である矢印R5方向に、感光ドラム1と同じ周速度で回転駆動される。

【0021】なお、中間転写ベルトについては、後に詳述する。

【0022】感光ドラム1上に形成された第1色目のイエローのトナー像は、感光ドラム1と中間転写ベルト5との間に形成された一次転写ニップ部 T_1 を通過する際に、一次転写バイアス電源6から一次転写ローラ7に印加される一次転写バイアスによって形成される電界により、中間転写ベルト5の外周面に順次に一次転写されていく。一次転写バイアスは、感光ドラム1上のトナー像とは逆極性である。

【0023】トナー像転写後の感光ドラム1は、中間転写ベルト5に転写されないで感光ドラム1表面に残ったトナー（以下「一次転写残トナー」という）が、クリーニング装置8のクリーニングブレード8aによって除去され、第2色目のマゼンタのトナー像の形成に供される。

【0024】以下、同様に、第2色目のマゼンタのトナー像、第3色目のシアン色のトナー像、第4色目のブラックのトナー像が順次に中間転写ベルト5上に順次に二次転写され、中間転写ベルト5表面で4色のトナー像が重ねられて目的のカラー画像に対応した合成カラートナー像が形成される。

【0025】なお、上述の一次転写時に、一次転写バイアス電源6によって一次転写ローラ7に印加される二次転写バイアスは、例えば、+100V～+2kVである。

【0026】中間転写ベルト5の下方には、矢印R1方向に移動可能で、中間転写ベルト5表面に対して接離可能な二次転写ローラ9が配設されている。二次転写ローラ9は、上述の二次転写対向ローラ5bに対応するように平行に配置されており、中間転写ベルト5に当接された際には、中間転写ベルト5との間に二次転写ニップ部 T_2 を構成する。なお、感光ドラム1から中間転写ベルト5への第1～第3のトナー像の一次転写工程においては、二次転写ローラ9は、中間転写ベルト5表面から離間されるようになっている。

【0027】中間転写ベルト5上の4色のトナー像は、二次転写ローラ9が中間転写ベルト5に当接されて二次転写ニップ部 T_2 を構成し、給紙カセット（不図示）からレジストローラ11、転写前ガイド12等を介して所定のタイミングで二次転写ニップ部 T_2 に供給される紙等の転写材（第2の像担持体）Pに対して、二次転写バイアス電源10から二次転写ローラ9に二次転写バイアスを印加することにより、一括して二次転写される。

【0028】トナー像が二次転写された転写材Pは、搬送部材13を介して定着装置14に搬送され、ここで加熱加圧されて、表面にトナー像が定着される。

【0029】一方、トナー像二次転写後の中間転写ベルト5は、表面に転写残トナー帯電部材15が当接され、電源16によって感光ドラム1とは逆極性のバイアスが印加されることにより、転写材Pに二次転写されないで表面に残っていたトナー（以下「二次転写残トナー」と

いう）に感光ドラム1と逆極性の電荷が付与される。この逆極性の電荷が付与された二次転写残トナーは、上述の一次転写ニップ部 T_1 及びその近傍において感光ドラム1表面に静電的に逆転写される。これにより中間転写ベルト5表面がクリーニングされる。逆転写された二次転写残トナーは、一次転写残トナーとともに、クリーニング装置8によって感光ドラム1表面から除去される。なお、感光ドラム1から中間転写ベルト5への第1～第3のトナー像の一次転写工程においては、転写残トナー帯電部材15は、中間転写ベルト5表面から離間されるようになっている。

【0030】つづいて、中間転写ベルト5について詳述する。

【0031】本出願人らは繊維で補強した厚さ0.8mmの無端状のゴムベルトを基層とし、その表面（外周面）上に被覆層として、それぞれ抵抗の異なる種々の樹脂層を1層だけ設けた複数の中間転写ベルト5を試作し、中間転写ベルト5のどのような特性が鱗ムラ、トナー飛び散り、斑点の原因になるかについての検討を行った。

【0032】はじめに、鱗ムラについて検討した。

【0033】試作した中間転写ベルトを図1に示す画像形成装置に組み込んでハーフトーン画像を出力したところ、鱗ムラが発生するものがあった。鱗ムラは放電後のようなパターンであること、中間転写ベルト5の被覆材料が同一の場合、被覆層の厚みが厚いほど鱗ムラが発生しやすいという傾向が見られたことから、鱗ムラは、中間転写ベルト5の静電容量が小さいと、第1～第3色目の一次転写動作中の中間転写ベルト5の表面電位が非常に大きくなって、次色（第2～第4色目）の一次転写動作中に中間転写ベルト5と感光ドラム1との間で異常放電が発生し、鱗ムラとなって現れるのではないかと考えられた。

【0034】さらに、本出願人らは、鱗ムラが発生しやすい中間転写ベルト5ほど、一次転写時に流れる一次転写電流が少ないことを見出した。このことから、本出願人らは、図2に示す厚み電流測定装置を製作し、中間転写ベルト5の厚み方向に流れる電流（以下「厚み電流」という）を測定することで、中間転写ベルト5の静電容量、すなわち鱗ムラの程度を判定することができるのではないかと考えた。

【0035】図2に示す厚み電流測定装置について説明する。

【0036】駆動ローラ21及び従動ローラ22は、いずれも測定回路に対して電気的に絶縁されている。駆動ローラ21と従動ローラ22との軸間距離は、中間転写ベルト5を張架したときに駆動ローラ21及び従動ローラ22の軸荷重が3～10kg程度になるように調節する。金属で形成された電極ローラ23は、駆動ローラ21と従動ローラ22とのほぼ中央部分に設けられ、高圧電源24に接続されている。電極ローラ25も金属で形

成されており、電極ローラ25自体の重さ及び荷重手段（不図示）により、中間転写ベルト5を2～3kg重で押して、中間転写ベルト5を電極ローラ23及び電極ローラ25で挟んでいる。なお、電極ローラ23及び電極ローラ25は、中間転写ベルト5の回転に従動してそれぞれ矢印R23方向、矢印R25方向に回転し、駆動ローラ21と従動ローラ22と電極ローラ23と電極ローラ25とは相互に平行な位置関係にある。なお、中間転写ベルト5の厚さが薄い場合（およそ500μm以下）は、電極ローラ23及び電極ローラ25の端部の直径を細くするなどの任意の手段により、電極ローラ23と電極ローラ25との空隙を介して放電電流が流れないようにする必要がある。

【0037】以下に図2の装置を用いた厚み電流の測定方法を示す。

【0038】〈厚み電流の測定方法〉

(1) 測定する中間転写ベルト5は、あらかじめ温度22～23℃、湿度50～60%の雰囲気中に24時間以上放置しておく。

(2) 中間転写ベルト5を図2に示すように示す装置にセットし、中間転写ベルト5の表面電位の絶対値が20V未満であることを確認する。20V以上であった場合には任意の手段により除電しておく。

(3) 駆動手段（不図示）によって駆動ローラ21を矢印R21方向に回転させることで、中間転写ベルト5を矢印R5方向に回転させる。駆動ローラ21の回転速度は中間転写ベルト5の表面移動速度が110～120mm/secの一定速度になるように調節する。

(4) 高圧電源24から+1kVのDC電圧を印加する。

(5) 抵抗26（1kΩ）の両端部の電位差を電位差計27で検出する。ここで、印加電圧が1kV、抵抗26が1kΩであるために、電位差計27の値がx（mV）であれば、中間転写ベルト5に流れる電流値はx（μA）となる。このとき、中間転写ベルト5が、高圧電源24からの電圧印加開始時点からn（nは正の整数）回転目の、中間転写ベルト5に流れる電流値の平均値を、n周目電流： I_n とする。測定雰囲気は温度22～23℃、湿度50～60%である。

【0039】厚み電流の測定結果例を図3に示す。同図では、1周目電流 I_1 が38.5（μA）、10周目電流 I_{10} が2.0（μA）であった。図3の例では、厚み電流は8週目以降はほとんど変化していない。これは、中間転写ベルト5を静電容量（キャパシティ）Cと抵抗Rとの並列回路とみなしたとき、1周目～7周目が過渡状態、それ以降は定常状態になったと考えられることができる。一般にC-R並列回路において、回路のインピーダンスZは式①で与えられる。

$$Z^2 = R^2 \div (1 + \omega^2 C^2 R^2) \quad \text{……①}$$

中間転写ベルト5においては、

$$Z \propto 1 \div I_1 \quad \text{……②}$$

$$R \propto 1 \div I_{10} \quad \text{……③}$$

と考えられる。式①を変形すると、

$$\omega C = \{ (R^2 - Z^2) \}^{1/2} \div RZ \quad \text{……④}$$

多くの中間転写ベルト5では、 $R^2 \gg Z^2$ であるから、式④において、

$$R^2 - Z^2 \approx R^2 \quad \text{……⑤}$$

と近似させることができる。式⑤を式④に代入して変形すると、

$$C = 1 / \omega Z = I_1 / \omega \quad \text{……⑥}$$

となる。ただし、

ω ：正の定数

式⑥からわかるように、中間転写ベルト5の静電容量Cは、1周目電流 I_1 に比例する。

【0041】そこで、本出願人は、鱗ムラと1周目電流 I_1 との関係について検討した。

【0042】その結果、 I_1 が20μA以上、好ましくは22μA以上、より好ましくは25μA以上、さらに好ましくは30μA以上であれば、鱗ムラの発生を効果的に押さえられることを見出した。

【0043】なお、1周目電流 I_1 が100μAより大きい場合には、一次転写電流が多く流れ過ぎるために、一次転写後の感光ドラム1表面に大きな電位差が発生し、これが次の画像に濃度差（ゴースト画像）となって現れるために好ましくない。1周目電流 I_1 の好ましい上限値は60μA、さらに好ましい上限値は50μAである。

【0044】以上のように、1周目電流 I_1 が20～100μAの中間転写ベルト5を用いることで、鱗ムラを効果的に防止することに成功した。

【0045】しかし、このような中間転写ベルト5の中には、飛び散りが発生するものがあつた。

【0046】そこで、本出願人は、次に飛び散りの検討を行った。検討の結果、飛び散りは一次転写から二次転写までの間に、中間転写ベルト5上のトナーが飛び散ることが主な発生原因であることがわかった。さらに、得られた画像を観察すると、図4に示すように、トナーで囲まれた中央部分に向かって飛び散りが発生するという方向性が見出された。このことから、飛び散りは中間転写ベルト5上のトナーと、中間転写ベルト5表面の非画像部（トナーが乗っていない部分）との静電的な相互作用により発生していると考えられる。すなわち、図5を用いて説明すると、中間転写ベルト5上の画像部電位（一次転写されたトナー自体が持つ電荷により作られる電位）と中間転写ベルト5上の非画像部電位（一次転写時に感光ドラム1から流れ込む電荷により作られる電位）との間に電位差 ΔV が生じ、この ΔV が大きい場合、 ΔV により作られる電気力線に沿ってトナーが移動し、その結果、飛び散りが発生するものと考えられる。上述のメカニズムによれば、飛び散りを防止するた

めには、非画像部電位の絶対値をできるだけ大きくし、 ΔV を小さくすることが有効であると考えられる。

【0047】トナー自体が持つ電荷（画像部電位）は、一次転写工程中、すなわち数秒～十数秒程度の時間内に大きく減衰することはない。一方、非画像部電位の減衰速度は中間転写ベルト5の材質に大きく影響される。したがって、一次転写から二次転写までの間、 ΔV を小さく保っておくためには、中間転写ベルト5の抵抗 R を大きくし、中間転写ベルト5（非画像部）の電位の減衰の時定数 τ を長くするほど好ましいことが予想される。

【0048】以上の考えに基づき、本出願人らは中間転写ベルト5の抵抗 R と飛び散りとの関係について検討することにした。ここで、前述の式③から、 I_{10} が抵抗 R の指標となることから、飛び散りの指標として10周目電流 I_{10} に着目し、 I_{10} と飛び散りとの関係について検討した。

【0049】その結果、飛び散りが発生しない中間転写ベルト5は、10周目電流 I_{10} が0.2～15 μA であることを見出した。ところが、その逆は真ではなく、 I_{10} が0.2～15 μA であっても、飛び散りが発生する中間転写ベルト5も存在した。このことから、 I_{10} が0.2～15 μA であることは、飛び散り防止のための必要条件の1つであり、十分条件ではないことがわかる。

【0050】ここで、 I_{10} の下限値について述べる。中間転写ベルト5の τ は長ければ長いほど飛び散りが発生しにくくなって好ましいので、 I_{10} の下限値は特にないように思われた。しかし、本出願人らの検討によれば、 I_{10} が0.2 μA 未満であると飛び散りが悪化した。これは、中間転写ベルト5の抵抗 R が高すぎて、一次転写電流（感光ドラム1から中間転写ベルト5に流れ込む電荷量）が減少し、その結果、一次転写直後の非画像部電位が低くなって飛び散りが発生したものと考えられる。なお、 I_{10} の好ましい下限値は0.5 μA 、より好ましい下限値は1 μA である。 I_{10} の好ましい上限値は13 μA 、より好ましい上限値は10 μA である。

【0051】さて、10周目電流 I_{10} の検討により、飛び散りを防止するための必要条件の1つを見出すに至ったが、これだけでは飛び散りを完全に防止することができない。

【0052】そこで、本出願人らは中間転写ベルト5の一次転写直後の非画像部電位の指標を得るため、図6に示す表面電位測定装置を作製し、中間転写ベルト5を強制帯電させたときの表面電位を測定し、飛び散りとの関係を考察することにした。表面電位の測定方法を以下に示す。

【0053】〈表面電位の測定方法〉

(1) 測定する中間転写ベルト5は、あらかじめ温度22～23℃、湿度50～60%の雰囲気中に24時間以上放置しておく。

(2) 中間転写ベルト5を図6に示す表面電位測定装置にセットする。図6において、駆動ローラ31及び従動ローラ32は直径50mmのローラであり、接地されている。駆動ローラ31と従動ローラ32との軸間距離は、中間転写ベルト5を張架したときに駆動ローラ31及び従動ローラ32の軸荷重が3～10kg程度になるように調節する。帯電ローラ33は、レーザビームプリンタ（LBP）用のEP-Aカートリッジ（キヤノン製）に内蔵されている一次帯電ローラを用いた。

(3) 駆動手段（不図示）により駆動ローラ31を矢印R31方向に回転させ、中間転写ベルト5を矢印R5方向に回転させる。駆動ローラ31の回転速度は中間転写ベルト5の表面移動速度が110～120mm/secの一定速度になるように調節する。

(4) AC電源34から、周波数1kHz、ピーク間電圧2kV_{pp}の正弦波を帯電ローラ33に印加し、中間転写ベルト5の表面を除電する。

(5) DC電源35及びAC電源34から、+500VのDC電圧に1kHz、2kV_{pp}の正弦波を重ねた電圧を帯電ローラ33に印加し、中間転写ベルト5を帯電させる。中間転写ベルト5が、帯電開始から n （ n は正の整数）回転目の、中間転写ベルト5の表面電位を表面電位計36（Trek社製、MODEL-344）で測定し、表面電位の平均値を n 周目電位とする。測定雰囲気は温度22～23℃、湿度50～60%である。

【0054】なお、帯電ローラ33は、水平面Hから45°傾斜した斜め上方の位置に、また、表面電位計36は、水平面Hから45°傾斜した斜め下方に位置するようにした。

【0055】表面電位の測定結果例を図7に示す。図7の例では、中間転写ベルト5は帯電1周目で及び400Vに帯電され、その後、2周目、3周目となるに従って徐々に表面電位が上昇し、4周目程度で飽和した。なお、測定原理上、飽和時の表面電位が+500Vを超えることはない。

【0056】本出願人らは、中間転写ベルト5の1周目電位に着目した。なぜならば、実際の画像出力時には、1枚の出力画像を得るために中間転写ベルト5は1～4周（転写材によっては8周）程度しか回転させないので、帯電1周目でいかに大きな表面電位が得られるかに着目したわけである。

【0057】その結果、1周目電位と飛び散りとの間に関係が認められ、1周目電位が300V以上、好ましくは350V以上、さらに好ましくは380V以上であれば飛び散りを効果的に抑えることができることが判明した。

【0058】次に、本出願人らは、1周目電位が300V以上という条件が、飛び散りを防止するための必要条件なのか、十分条件なのかを検証するため、試作したすべての中間転写ベルト5について表面電位を測定し、飛

び散りとの関係を考察したところ、1周目電位が300V以上であっても、10周目電流 I_{10} が0.2~15 μ Aの範囲外であるものは飛び散りが発生することがわかった。

【0059】上述の結果は以下のように解釈される。1周目電位が300V以上であっても、言い換えると、一次転写直後の非画像部電位が十分に高くても、中間転写ベルト5の減衰の時定数 τ が短くては一次転写から二次転写までの間、 ΔV を小さく保つことができない。したがって、抵抗Rの指標である10周目電流 I_{10} を0.2~15 μ Aにして減衰の時定数 τ を長くする(好ましい τ の値は50~500秒程度、より好ましくは100~300秒程度である。 τ が長すぎると中間転写ベルト5の除電が困難となって使いにくい。)必要があるものと考えられる。つまり、1周目電位が300V以上という条件は、飛び散り防止のためのもう1つの必要条件である。

【0060】逆に、10周目電流 I_{10} が0.2~15 μ Aであっても、すなわち電荷減衰の時定数 τ が長くても、例えば、中間転写ベルト5の基層の抵抗が高い等の理由により、1周目電位が300V未満の場合には、そもそも一次転写直後の非画像部電位が小さく、つまり、一次転写直後の ΔV が大きいために、時定数 τ が長い意味がなく、飛び散りが発生する。

【0061】以上をまとめると、飛び散りを防止するためには一次転写直後の非画像部電位を大きくし、かつ非画像部電位の減衰を遅くすることが必要であり、これを達成するパラメータが、1周目電位及び10周目電流 I_{10} である。この2つのパラメータを同時に満たしたとき、はじめて飛び散り防止の十分条件になると考えられる。

【0062】なお、中間転写ベルト5の静電容量Cと時定数 τ は、厚み電流における I_1 と I_{10} との比(I_1/I_{10})からも簡易的に知ることができる。例えば、もし I_1 と I_{10} との比が小さければ、中間転写ベルト5の電気特性が以下のどちらかに当てはまるといえる。

(1) 中間転写ベルト5の静電容量Cが小さい。例えば被覆層の抵抗が高く、かつ厚さが厚い場合には、 I_1 も I_{10} も小さく、かつ I_1 と I_{10} との比も小さくなる。したがって、鱗ムラが悪化する。

(2) 中間転写ベルト5の時定数 τ が短い。 τ が短いと、厚み電流の測定中に中間転写ベルト5に流れ込む電荷の多くが、中間転写ベルト5が1周する間に減少(減衰)してしまう。このため、中間転写ベルト5を何周させても、 I_0 にはキャパシティ成分に流れる電流が含まれることになる。したがって、 I_{10} が大きな値となり、結果として I_1 と I_{10} との比が小さくなる。なお、 τ が短いということは、単純に抵抗R成分が小さいと言い換えてもよい。いずれにせよ、飛び散りが悪化する。

【0063】以上よりも、 I_1 と I_{10} との比は大きいほ

ど好ましく、具体的には、 I_1 と I_{10} との比(I_1/I_{10})が4以上、好ましくは5以上、より好ましくは10以上であればよい。

【0064】以上述べてきたように、本出願人らは中間転写ベルト5の特性(条件)として、1周目電流 I_1 を20~100 μ A、10周目電流 I_{10} を0.2~15 μ A、1周目電位を300V以上とすることで、鱗ムラと飛び散りとの双方を防止できるに至った。

【0065】そこで、本出願人らは上述の条件を満たす中間転写ベルト5を、図1に示す画像形成装置に組み込んで、繰り返し画像を出力して、耐久試験を行った。すると、耐久が進むに従って、ハーフトーン画像に直径数百 μ m程度の高濃度な点(斑点)が無数に現れるものがあつた。斑点が発生した中間転写ベルト5の表面を観測すると、直径数十 μ m程度の小さな穴が多数存在していた。その形状から、穴は絶縁破壊の痕跡と考えられる。

【0066】絶縁破壊を防止するためには、中間転写ベルト5の基層を覆う被覆層の厚みを厚くすることが有効である。本出願人らは、先に試作した中間転写ベルト5を用いて、被覆層の厚さと斑点との関係について検討したところ、斑点の発生を防ぎ、実用的な耐久性を得るためには、被覆層の厚さが20 μ m以上、好ましくは25 μ m以上あればよいことがわかった。ただし、被覆層の厚さを厚くすると、中間転写ベルト5の静電容量Cが小さくなり、鱗ムラが発生しやすくなるので、後述のように特に被覆層の材料選択には注意が必要である。

【0067】被覆層が厚すぎると、繰り返し使用によって被覆層に亀裂が入りやすくなる。また、中間転写ベルト5が掛け渡された各ローラ(駆動ローラ5a、二次転写対向ローラ5b、テンションローラ5c、いずれも図1参照)上での被覆層の伸び率が大きくなるために飛び散りが発生しやすくなる。以上の理由から、被覆層の厚さの上限は100 μ m、好ましい上限は50 μ m、より好ましい上限は40 μ mである。

【0068】以上述べたように、本出願人らは、中間転写ベルト5の被覆層の厚さを20 μ m以上とし、1周目電位を300V以上、1周目電流 I_1 を20~100 μ A、10周目電流 I_{10} を0.2~15 μ Aとすることで、鱗ムラ、飛び散り、斑点の問題を解決することができた。

【0069】本発明の中間転写ベルト5を製造するにあたって、各層、特に被覆層の材料選択が重要である。本発明の中間転写ベルト5の被覆層には、体積抵抗率が $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の高抵抗材料が適している。ただし、斑点の発生を防止するためには被覆層の厚さを20 μ m以上にすることが必要である。ここで、静電容量Cは被覆層の厚さに反比例することから、鱗ムラを発生させないためには、被覆層に任意の高抵抗材料を用いることはできない。すなわち、抵抗が高く、かつ比誘電率 ϵ が大きな材料(比誘電率 $\epsilon >$

6、好ましくは $\epsilon > 7$)を被覆層の材料として選択する必要がある。もし、高抵抗ではあるが比誘電率 ϵ が小さい材料を用いると、中間転写ベルト5の静電容量 C が低下して、1周目電流 I_1 が $20\mu A$ 未満となってしまう、鱗ムラが発生する。

【0070】以上のように、本発明の要件を満たす中間転写ベルト5を製造するには、被覆層の材料選定が非常に重要となるが、このような材料は非常に限られている。

【0071】そこで、次に本出願人らは、本発明の要件を満たす中間転写ベルト5を製造する際の材料選択の幅を広げるべく検討を行った。

【0072】既に述べてきたように、斑点を防止するためには被覆層の厚さを $20\mu m$ 以上とする必要がある。一方、低い比誘電率($\epsilon \leq 6$)の高抵抗材料を被覆層として鱗ムラを防止するためには、被覆層の厚さを $20\mu m$ 以下とする必要がある。このように、被覆層を1層有する中間転写ベルト5において、低い比誘電率 ϵ の高抵抗材料を被覆層に用い、鱗ムラと斑点との双方を防止することは非常に困難である。

【0073】そこで、本出願人らは、被覆層と基層との間に、もう一つの他の被覆層(中間層)を設けて被覆層を2層設けることで鱗ムラと斑点との双方の防止を両立させるべく検討を行った。すなわち、中間転写ベルト5を、基層の表面に第1の被覆層(中間層)を設け、さらにこの第1の被覆層の表面に第2の被覆層(表層)を設けて構成するものである。

【0074】中間層を設けた目的は、中間転写ベルト5の電気特性に大きな影響を及ぼすことなく、被覆層の絶縁破壊が起こるときに流れるであろうリーク電流(リーク発生部分での電流密度は、通常の転写電流の電流密度よりも大きいと考えられる。)を防止することである。したがって、各層の電気特性及び厚さは以下のものでなければならないと予想される。

【0075】〈基層〉基層に転写バイアスの分圧が発生しない程度に体積抵抗率が低い方がよいと考えられる。基層は中間転写ベルト5に機械強度を与える層として働く。

【0076】〈中間層(第1の被覆層)〉斑点防止のためにはある程度の厚さが必要と考えられる。中間層の体積抵抗率が極端に高いと、電気的には基層の上に高抵抗層を1層設けた場合と等価になって鱗ムラが悪化すると考えられるので、中間層の体積抵抗率は表層より低くする必要があると考えられる。

【0077】〈表層(第2の被覆層)〉飛び散りと鱗ムラを防止するために、高抵抗かつ薄膜が好ましい。

【0078】上述の中間転写ベルト5の等価回路は以下のように考えられる。

【0079】まず、中間層の体積抵抗率は表層の体積抵抗率と比較して十分に低く、中間層は容量性を示さない

と予想される。したがって、中間層の等価回路は抵抗 R_m のみで記述できると考えられる。一方、表層は静電容量 C_s と抵抗 R_s の並列回路と考えられる。基層の体積抵抗率は、中間層及び表層と比較して非常に低いので、等価回路的には短絡(ショート)と近似する。したがって、中間転写ベルト5の等価回路は、 $C_s - R_s$ 並列回路に対して R_m が直列に接続された回路と予想される。

【0080】以上の考え方に沿って、前述のゴムベルトの上に、様々な第1の被覆層である中間層(体積抵抗率が $10^{11} \sim 10^{13} \Omega \cdot cm$ 程度、厚さが $15\mu m$)を設け、さらにその上に第2の被覆層である表層(体積抵抗率が $10^{15} \Omega \cdot cm$ 、厚さが $10\mu m$)を設けた中間転写ベルト5を試作し、図1に示す画像形成装置に組み込んで評価した。

【0081】その結果、中間層の体積抵抗率が同一であっても、中間層の材質によって鱗ムラや飛び散りのレベルが変化するという予期せぬ結果を得た。この結果は、上述の予想等価回路からは説明できない。なぜならば、中間層の等価回路は R_m のみと考えているので、中間層の体積抵抗率及び厚さが同じであれば、中間層の材質によって中間転写ベルト5の電気特性が変化することはないと考えられるからである。

【0082】そこで、上述の中間転写ベルト5の電気特性(I_1 、 I_{10} 、1周目電位)を測定してみた。その結果、やはり鱗ムラが発生した中間転写ベルト5の I_1 は $20\mu A$ 未満であり、飛び散りが発生した中間転写ベルト5の1周目電位は $300V$ 未満であった。なお、今回試作した中間転写ベルト5の表層は、体積抵抗率が $10^{15} \Omega \cdot cm$ と高いので、中間転写ベルト5の減衰の時定数 τ は十分に長く、したがって I_{10} が $15\mu A$ より大きくなることはなかった。

【0083】以上の結果を受け、本出願人らは中間層の「何が」画像特性に影響しているのかを検討するため、中間層についてさらに詳細な検討を行った。その結果、鱗ムラの発生程度は中間層の比誘電率 ϵ と関係があり、中間層の比誘電率 ϵ が大きいほど I_1 が大きくなって、鱗ムラが発生しにくくなることが分かった。具体的には、中間層の比誘電率 ϵ が6.6以上あれば I_1 が $20\mu A$ 以上となって、鱗ムラの発生を防止できることを見出した。

【0084】上述の結果は、中間転写ベルト5の予想等価回路を以下のように修正することで説明できる。

【0085】すなわち、中間層も容量性を示し、中間層の等価回路は C_m と R_m との並列回路となる。したがって、中間転写ベルト5の等価回路を、「 C_m と R_m との並列回路」に「 C_s と R_s との並列回路」が直列に接続された回路に修正する。この修正回路によれば、中間層の比誘電率 ϵ が、中間転写ベルト5全体の静電容量 C や各層にかかる分圧に影響を及ぼし、 I_1 や1周目電位が中間層の比誘電率 ϵ によって変化することが説明でき

る。

【0086】なお、修正等価回路によれば、中間転写ベルト5使用時の表面移動速度（プロセススピード）を速くすると、中間層のインピーダンスが低下することが予想される。したがって、中間層の比誘電率 ϵ が6.6未満の場合でも、表面移動速度が速ければ鱗ムラが発生しない可能性が考えられる。そこで本出願人らは、表面移動速度を100～150mm/secまで変化させて鱗ムラの評価を行ったが、やはり中間層の比誘電率 ϵ が6.6以上でないとは鱗ムラが発生し、良好な画像を得ることができなかった。

【0087】さらに本出願人らは、被覆層を2層有する中間転写ベルト5において、各層の厚さや体積抵抗率等について詳細に検討を行い、以下の結果を得た。

(1) 基層の体積抵抗率は $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下にする必要がある。基層の体積抵抗率が $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ より大きいと基層にかかる転写バイアスの分圧が無視できなくなる。その結果、中間転写ベルト5の1周目電位が300V未満となって飛び散りが発生する。基層の体積抵抗率の好ましい範囲は $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、さらに好ましくは $5 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である。

(2) 中間層（第2の被覆層）の比誘電率 ϵ の好ましい範囲は7.0以上、より好ましい範囲は7.5以上である。現時点で存在する材料の比誘電率 ϵ から考えて、中間層の比誘電率 ϵ の上限は15程度である。なお、樹脂やゴムに導電性粉体を添加して比誘電率6.6以上の中間層を得ることもできるが、中間層に導電性粉体を添加した場合、該導電性粉体が絶縁破壊のきっかけとなりやすいので、該導電性粉体の添加量は少ない方が好ましい。添加量の上限の目安は、導電性粉体添加後の中間層の体積抵抗率が、導電性粉体を添加しない場合の体積抵抗率と比較して2桁以上低下することのない範囲である。なお、中間層のインピーダンスは容量成分が支配的なので、中間層の体積抵抗率については特に考慮する必要はないが、特に中間層の体積抵抗率が $5 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であると、中間層のインピーダンスが一層低下して、鱗ムラ防止により大きな効果を発揮する。ただし、前述のように、たとえ中間層の体積抵抗率が $5 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であっても、中間層の比誘電率 ϵ が6.6未満の場合には、中間層のインピーダンスが大きくなって、 I_1 が20 μA 未満となったり、1周目電位が300V未満となって、鱗ムラや飛び散りが発生する。

(3) 中間層の厚さの範囲は5～35 μm である。35 μm を超えると、中間層のインピーダンスが無視できなくなり、 I_1 が20 μA 未満となったり、1周目電位が300V未満となって、鱗ムラや飛び散りが発生する。中間層の厚さの下限は3 μm である。3 μm 未満になると、中間層の厚さ方向の実抵抗が極端に低下するために、斑点防止効果が小さくなる。中間層の厚さの好ましい範囲は5～25 μm 、より好ましい範囲は5～15 μm であ

る。

(4) 表層（第2の被覆層）の体積抵抗率は $5 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、より好ましくは $5 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である。現存する材料の体積抵抗率から考えて、表層の体積抵抗率の上限は $1 \times 10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度である。

(5) 表層の厚さの範囲は5～20 μm である。表層が5 μm 未満であると、表層にかかる転写バイアスの分圧が減少して1周目電位が300V未満となり、飛び散りが発生する。表層が20 μm より厚いと中間転写ベルト5の静電容量Cが小さくなり、 I_1 が20 μA 未満となって鱗ムラが発生する。

(6) 中間層の厚さ t_1 と表層の厚さ t_2 との比（ t_1/t_2 ）が、2以下、好ましくは1.5以下、より好ましくは1以下であると、中間転写ベルト5に対する中間層のインピーダンスの寄与率が低下し、相対的に表層のインピーダンスの寄与率が向上するために、1周目電位が高くなって、飛び散りの防止に一層好ましい。

【0088】以上述べてきたように、本出願人らは、基層の体積抵抗率が $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、かつ第1の被覆層（中間層）の比誘電率 ϵ が6.6以上、厚みが5～40 μm 、かつ、第2の被覆層（表層）の体積抵抗率が $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、厚みが5～20 μm という、被覆層を2層有する中間転写ベルト5において、鱗ムラ、飛び散り、斑点を防止することに成功した。このような中間転写ベルト5においては、中間層として、例えば非誘電率が $\epsilon > 6$ のポリエーテル系ウレタン樹脂、エピクロロヒドリンゴム、ナイロン樹脂等を、また、表層としてポリカーボネート系ウレタン樹脂、フッ素樹脂、シリコーン樹脂、ポリエステル樹脂等を用いることができ、本発明の要件の電気特性、すなわち1周目電位が300V以上、かつ I_1 が20～100 μA 、かつ I_{10} が0.2～15 μA という中間転写ベルト5を製造するにあたって、被覆層を1層有する中間転写ベルト5と比較して、被覆層の材料選択の幅を広げること成功した。これは、請求項3に対応する。

【0089】なお、請求項3に係る中間転写ベルト5においては、被覆層の厚さの合計（第1の被覆層の厚さと第2の被覆層の厚さとの和）が20 μm 未満でも、斑点の発生を効果的に防止することができた。これは、静電容量の大きな中間層があるために、充電の時定数 τ が長くなって、表層にかかる転写バイアスの立ち上がりが遅くなり、結果として表層の絶縁破壊が起こりにくくなっているのではないかと考えられる。または、高抵抗の被覆層を1層有する中間転写ベルト5では、基層と表層との界面に微少な欠陥等があった場合に、欠陥部分で微少な放電が起こり、この放電が繰り返し行われることで絶縁破壊に至りやすくなるのに対して、中間層を設けた場合には、中間層と基層との界面の抵抗差が小さいために、欠陥部での微少放電が起こりにくくなって、耐斑点

性が向上しているのかもしれない。

【0090】ところで、特開平8-50419号公報に、複数の層からなる中間転写ベルトにおいて、下層部から上層部に向かって、比抵抗（体積抵抗率）を順次大きくした中間転写ベルトが提案されているが、この提案は各層の体積抵抗率しか考慮しておらず、比誘電率 ϵ についてはまったく考慮されていない。このため、飛び散りと鱗ムラ低の防止を両立させるための電気特性、すなわち I_1 が20~100 μ A、かつ I_{10} が0.2~15 μ A、かつ1周目電位が300V以上という特性を得ることができず、飛び散りや鱗ムラが発生する。したがって、本発明の要件、すなわち I_1 が20~100 μ A、かつ I_{10} が0.2~15 μ A、かつ1周目電位が300V以上という特性を達成するために、各層の抵抗値、比誘電率 ϵ 、厚さなどを規定した請求項3に係る本発明の思想とはまったく異なるものである。

【0091】さらに、前述の特開昭55-41435号公報、特開平1-273075号公報、特開平3-192282号公報で提案されている中間転写体においても、抵抗の低い基体の上に抵抗の高い層を設けただけで、鱗ムラと飛び散りとを防止するための本質的な電気特性、すなわち中間転写体の静電容量、減衰特性について考慮されておらず、本発明の思想とはまったく異なるものである。

【0092】本発明における体積抵抗率は、以下の測定により得られた値である。

【0093】〈測定機〉

抵抗計：超高抵抗計R8340A（アドバンテスト社製）

試料箱：超高抵抗測定用試料箱TR42（アドバンテスト社製、主電極直径50mm、ガードリング内径70mm、ガードリング外径80mm）

〈サンプル〉

基層：基層を10cm角のシート状に切り、これを測定サンプルとする。

【0094】中間層及び表層：アルミシート上に厚さ15~40 μ mで中間層又は表層をコーティングしたものを10cm角に切り、測定サンプルとする。

【0095】〈測定条件〉

測定雰囲気：気温22~23℃、湿度50~60%。なお、測定サンプルは、あらかじめ気温22~23℃、湿度50~60%の雰囲気中に24時間以上放置しておく。

【0096】印加電圧：100V。ただし、リミッター（300mA）が働いて測定不能の場合は、1V。

【0097】測定モード：プログラムモード5（ディスチャージ10秒、チャージ及びメジャー30秒。）

本発明における比誘電率 ϵ は、以下の測定により得られた C_p から算出した値である。

【0098】〈測定機〉

LCRメータ：HP4284AプレジジョンLCRメーター（ヒューレット・パッカード社製）

電極：誘電体測定用電極HP16451B（ヒューレット・パッカード社製）

電極タイプ：C

〈サンプル〉アルミシート上に中間層を厚さ15~40 μ mでコーティングし、これを直径56mmの円形に切断する。切断後、P-t-Pd蒸着膜により直径50mmの主電極と内径51mmのガード電極とを設ける。P-t-Pd蒸着膜は、マイルドスパッタE1030（日立製作所製）蒸着操作を2分間行うことにより得られる。蒸着操作を終了したものを測定サンプルとする。

【0099】〈測定条件〉

測定雰囲気：温度22~23℃、湿度50~60%。なお、測定サンプルはあらかじめ温度22~23℃、湿度50~60%の雰囲気中に24時間以上放置しておく。

【0100】印加電圧：1V_{pp}（HP4284AのオートレベルコントロールON）

周波数：100Hz

測定モード：C_p-R_p またはC_p-D

〈比誘電率の計算式〉

比誘電率 $\epsilon = t \times C_p / (1.738 \times 10^{-14})$

ここで、t：サンプルの厚さ（単位はm、ただし、アルミシートの厚さは除く）。C_pの単位はF（ファラッド）。

【0101】本発明における中間転写ベルト5の基層としては、例えば、繊維で補強したゴムベルト、又はポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂やポリカーボネート（PC）樹脂等からなる樹脂フィルム等を用いることができる。樹脂フィルムを基層として用いた場合、基層の周方向（回動方向）のヤング率が大きいので、色ずれや飛び散りが減少して好ましい。また、上述の繊維で補強されたゴムベルトは、繋ぎ目や段差のないものを比較的容易に成形できるという利点を有する。この場合、ゴムは樹脂と比較してヤング率が低いので繊維で補強することが必須となるが、本出願人らの検討によれば、補強する際の目安として、基層の周方向のヤング率が 4×10^6 Pa（パスカル）以上となるように補強すれば、色ずれの問題もなく、実用的な画像を得ることができることがわかった。また、ゴムを繊維で補強すると中間転写ベルト5の駆動中に発生する中間転写ベルト表面の伸び縮みが減少するので、飛び散りが減少してより好ましい。なお、ゴムの厚さは0.5~2mmが好ましく、より好ましくは0.5~1mmである。ゴムベルトを0.5mm未満に薄く作るとは困難であり、2mmより厚くすると、中間転写ベルト5の円滑な駆動が困難になる。また、ゴムが厚くなる程、ローラ部、すなわち、駆動ローラ5a、二次転写対向ローラ5b、テンションローラ5c（いずれも図1参照）における中間転写ベルト5表面の伸び率が大きくなり、中間転写ベルト5上のトナーを

機械的に飛び散らせる力が大きくなる。飛び散りが少ないという本発明の中間転写ベルト5の特徴を最大限に生かすためには、ゴム(基層)の厚さ1mm以下が好ましい。さらに、ゴム層の硬度を85°以下とすると、中抜け画像が発生しにくくなって、より好ましい。なお、この場合の硬度はJIS-K6301に記載のA型硬度に従うものとする。

【0102】図8、図9に示すように、ゴムベルト5Aを繊維5Bで補強する際の具体的な形態例としては、例えば織布状(図8)、糸状(図9)が考えられる。製造のしやすさ、製造コストの観点から、綿、ポリエステル等の繊維5Bが好ましい。ただし、もちろんこれに限定されるものではない。また、糸は1本のフィラメントであっても、複数のフィラメントを撚ったものであってもよく、混紡してもよい。同じく織布は、例えばメリヤス織りなどのような織り方の織布でも使用可能であり、もちろん交織した織布も使用可能である。なお、これらの図に示す5Cは、転写面を示している。

【0103】基層、中間層、表層を形成する材料としては、本発明の要件を満たしていれば任意の材料を用いることができる。例えば、ゴム、エラストマーとしては、イソプレンゴム、スチレン-ブタジエンゴム、ブタジエンゴム、ブチルゴム、エチレン-プロピレンゴム、エチレン-プロピレンターポリマー、クロロプレンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、アクリロニトリルブタジエンゴム、ウレタンゴム、シンジオタクチック1,2-ポリブタジエン、エピクロロヒドリンゴム、アクリルゴム、シリコンゴム、フッ素ゴム、水素化ニトリルゴム、熱可塑性エラストマー(例えば、ポリスチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、ポリアミド系、ポリエステル系、フッ素樹脂系)等が使用できる。ただし、これらの材料に限定されるものではない。また、樹脂としては、酢酸ビニル、ポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブタジエン、ポリ塩化ビニリデン、アイオノマー樹脂、ポリウレタン、シリコン樹脂、フッ素樹脂、ポリアミド、変性ポリフェニレンオキサイド等を用いることができる。ただし、これらの材料に限定されるものではない。

【0104】本発明の中間転写ベルト5の基層又は中間層には、導電剤を添加することができる。導電剤としてはどのようなものを用いてもよいが、例えば、カーボン、アルミニウムやニッケル等の金属粉末、酸化チタンなどの金属酸化物、4級アンモニウム塩含有ポリメタクリル酸メチル、ポリビニルアニリン、ポリビニルピロール、ポリジアセチレン、ポリエチレンイミン、含硼素高分子化合物、及びポリピロール等の導電性高分子化合物等が挙げられる。ただし、これらの導電剤に限定されるものではない。

【0105】本発明の中間転写ベルト5の表層は、体積

抵抗率が $1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であればよいので、上述の材料群から適宜に選択して用いることができる。特に100%モジュラスが 100 kg/cm^2 以下、好ましくは $25 \sim 85 \text{ kg/cm}^2$ のウレタン樹脂を用いると、耐久による表層のひび割れが発生しなくなり、飛び散り防止効果を長期にわたって維持することができる。このようなウレタン樹脂の代表例として、飽和ポリオレフィンを出発原料とするポリエステル系ポリウレタン樹脂が挙げられる。

【0106】本発明の中間転写ベルト5の中間層は、比誘電率 ϵ が6.6以上であればよいので、上述の材料群から適宜に選択して用いることができるが、特にウレタン樹脂を用いると、基層及び表層との密着性が向上するため、耐久による中間層の剥がれがなくなる。中間層が剥がれると、中間転写ベルト5の内部に空隙ができ、転写バイアスが有効にからなくなってしまう。したがって、本発明の中間転写ベルト5の特徴である飛び散りが少ないという機能を長期にわたって維持するためには、中間層としてウレタン樹脂を用いるとよい。このようなウレタン樹脂の例として、ポリエーテルポリウレタン樹脂、又はポリエチレンアジベート、ポリブチレンアジベート、ポリエチレンブチレンアジベート、ポリカプロラクトン、ポリテトラメチレングリコールを出発原料とするポリエステルポリウレタン樹脂が挙げられる。

【0107】さらに、本発明の中間転写ベルト5において、様々な処理を施すことも可能である。

【0108】例えば、二次転写効率を向上させるために離型性に優れた層を表層の上に設けたり、表層の上に粉体を付着又は埋設させることも可能である。

【0109】また、本発明の中間転写ベルト5の任意の層について、例えば中間層を、複数の層で構成することも可能である。

【0110】本発明の中間転写ベルト5の各層の製造方法は、スプレー塗装、浸漬塗装、静電塗装、押し出し成形等、任意の方法で製造することができる。

【0111】本発明の中間転写ベルト5は、 I_1 が $20 \sim 100 \mu\text{A}$ であるために画像形成装置に組み込んで使用したときに、適度な一次転写電流が流れるが、特に画像形成装置に用いる感光ドラム1(感光体)の電荷移動層の厚さを $10 \sim 35 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。なぜならば、図11において、電荷発生層1Bの厚さは $0.05 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 、下引き層1Cの厚さは $0.5 \sim 4 \mu\text{m}$ であるのに対して、電荷移動層1Aの厚さは数十 μm 程度であるため、感光ドラム1の電気抵抗値、すなわち、感光ドラム1への一次転写電流の流れやすさを決定する要素は、実質的に電荷移動層1Aの厚さになるからである。つまり、電荷移動層の厚さが $10 \mu\text{m}$ より薄くなると、一次転写電流が多く流れ過ぎて、ゴースト画像が発生しやすくなり、逆に電荷移動層の厚さが $35 \mu\text{m}$

より厚くなると感光ドラム1のインピーダンスが大きくなり、一次転写電流が流れにくくなるので、一次転写直後の中間転写ベルト5の非画像部電位が小さくなり、画像部との電位差 ΔV が大きくなって、トナーの飛び散りが発生しやすくなる。ちなみに、導電層1D、アルミニウム支持体1Eの厚さは、それぞれ10~30 μm 、0.5~5mm程度であるが、両層は他の層、すなわち電荷移動層1A、電荷発生層1B、下引き層1Cと比較して、非常に電気抵抗が低いので、感光ドラム1の電気抵抗値には実質的に影響を及ぼさない。

【0112】以上述べてきたように、請求項1に係る本発明の中間転写ベルト5は、基層と厚さ20 μm 以上の被覆層とを有しており、1周目電位が300V以上、1周目電流 I_1 が20~100 μA 、10周目電流 I_{10} が0.2~15 μA であることを特徴とする中間転写ベルト5である。

【0113】また、請求項3に係る別の発明は、基層の体積抵抗率が $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、かつ基層の上に設けた第1の被覆層の比誘電率 ϵ が6.6以上、厚みが5~40 μm 、かつ第1の被覆層の上に設けられた第2の被覆層の体積抵抗率が $5 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、厚みが5~20 μm であることを特徴とする中間転写ベルト5である。したがって、鱗ムラ、飛び散り、斑点の防止を、高次元でバランスさせて行うことができるという特徴を有する。

【0114】以下、具体的な実施例により、本発明をさらに詳細に説明する。

【0115】(実施例1)カーボンブラックを25部配合した、(NBR/EPDM)=(7/3)のコンパウンドを、厚さ0.4mmのチューブ状に押し出し、これを円筒状の金型に被せた。次に、この上に直径約120 μm のポリエステル糸(繊維)5Bをピッチ0.7mmで螺旋状に巻き付けた。さらに、上述のチューブをもう一度被せ、その上からテーピングすることにより、コンパウンドを金型に密着させた後、加硫及び研磨を行うことにより、厚み方向に対してほぼ中央部分に螺旋状の繊維5Bを有するゴムベルト(基層)5Aを得た(図10参照)。

得られた基層5Aは、厚さが0.75mm、JIS-A硬度が70°、体積抵抗率が $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 、周方向のヤング率が $2 \times 10^7 \text{ Pa}$ であった。

【0116】次に、上述の基層5A上に、エチレンアジペートを出発原料とするポリエステルポリウレタンの塗料をスプレー塗布し、乾燥被膜の厚さが10 μm の中間層5Cを得た。さらに、飽和ポリオレフィンポリオールを出発原料とするポリエステルポリウレタンの塗料を上述の中間層5Cの上にスプレー塗布し、乾燥被膜の厚さが10 μm の表層5Dを設け、中間転写ベルト5を得た。中間層5Cの比誘電率 ϵ は7.5、また、表層5Dの体積抵抗率は $5 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ である。

【0117】得られた中間転写ベルト5の1周目電流 I_1 は35 μA 、10周目電流 I_{10} は2 μA 、1周目電位は380Vであった。

【0118】次に、中間転写ベルト5を図1に示す画像形成装置に装着し、飛び散り、鱗ムラの評価を行った。その後、4色フルカラー画像の1万5千枚の耐久試験を行った。この結果を図12に示す。なお、作像条件を以下に示す。また、使用した感光ドラム12の縦断面の一部を図11に示す。同図中の上方が実際の感光ドラム1の外側、また下方が実際の感光ドラム1の内側に相当する。同図中1Aは電荷移動層、1Bは電荷発生層、1Cは下引き層、1Dは導電層、1Eはアルミニウム支持体である。

【0119】

感光体：厚さ20 μm の電荷移動層を有するOPC感光ドラム

表面電位：暗電位(非画像部電位)=-550V

明電位(画像部電位)=-150V

1色目一次転写バイアス=+100V

2色目一次転写バイアス=+650V

3色目一次転写バイアス=+750V

4色目一次転写バイアス=+750V

二次転写電流=10 μA (定電流制御)

中間転写ベルト上(一次転写後)のトナー乗り量=0.7mg/cm²(イエロー、マゼンタ、シアン)、0.8mg/cm²(ブラック)

(実施例2)表層5Dの厚さを5 μm とした以外は前述の実施例1と同様にして、実施例2の中間転写ベルト5を得た。得られた中間転写ベルト5を実施例1と同様に評価した。結果を図12に示す。

【0120】(実施例3)表層5Dの厚さを20 μm とした以外は前述の実施例1と同様にして、実施例3の中間転写ベルト5を得た。得られた中間転写ベルト5を実施例1と同様に評価した。結果を図12に示す。

【0121】(実施例4)中間層5Cの厚さを3 μm とした以外は前述の実施例1と同様にして、実施例4の中間転写ベルト5を得た。得られた中間転写ベルト5を実施例1と同様に評価した。結果を図12に示す。

【0122】(実施例5)中間層5Cの厚さを40 μm とした以外は前述の実施例1と同様にして、実施例5の中間転写ベルト5を得た。得られた中間転写ベルト5を実施例1と同様に評価した。結果を図12に示す。

【0123】(実施例6) 実施例1で用いた中間転写ベルト5の基層5Aの上に、エチレンブチレンジオレートを出発原料とするポリエステルポリウレタンの塗料をスプレー塗布し、乾燥皮膜の厚さが $10\mu\text{m}$ の中間層5Cを得た。その後、実施例1と同様の表層5Dを設け、実施例6の中間転写ベルト5を得た。中間層5Cの比誘電率 ϵ は6.6である。得られた中間転写ベルト5を実施例1と同様に評価した。結果を図12に示す。

【0124】(実施例7) 実施例1と同様に基層5A及び中間層5Cを設け、その上にブチレンジオレート及び飽和オレフィンポリオールを出発原料とするポリエステルポリウレタンの塗料をスプレー塗布し、乾燥皮膜の厚さが $8\mu\text{m}$ の表層5Dを設け、実施例7の中間転写ベルト5を得た。表層5Dの体積抵抗率は $5 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ である。得られた中間転写ベルト5を実施例1と同様に評価した。結果を図12に示す。

【0125】(実施例8) 実施例1の基層5Aにおいて、カーボンブラックの配合量を22部とした以外は実施例1と同様に、実施例8の中間転写ベルト5を得た。基層5Aの体積抵抗率は $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ である。得られた中間転写ベルト5を実施例1と同様に評価した。結果を図12に示す。

【0126】(比較例1) 実施例1で用いた基層5Aの上に、ポリカーボネートジオールを出発原料とするポリエステルポリウレタンの塗料をスプレー塗布し、乾燥皮膜の厚さが $25\mu\text{m}$ の中間層5Cを得た。その後、実施例1と同様の表層5Dを設け、比較例1の中間転写ベルトを得た。中間層5Cの比誘電率 ϵ は5、中間層5Cの体積抵抗率は $4 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ である。得られた中間転写ベルト5の1周目電流 I_1 は $20\mu\text{A}$ 、10周目電流 I_{10} は $1\mu\text{A}$ 、1周目電位は 260V であった。次に、実施例1と同様に飛び散り、鱗ムラの評価を行った。結果を図13に示す。

【0127】(比較例2) 中間層5Cの厚さを $1\mu\text{m}$ とした以外は実施例1と同様に、比較例2の中間転写ベルトを得た。得られた中間転写ベルトを実施例1と同様に評価した。結果を図13に示す。

【0128】(比較例3) 中間層5Cの厚さを $50\mu\text{m}$ とした以外は実施例1と同様に、比較例3の中間転写ベルトを得て、実施例1と同様に飛び散り、鱗ムラの評価を行った。結果を図13に示す。

【0129】(比較例4) 表層5Dの厚さを $3\mu\text{m}$ とした以外は実施例1と同様に、比較例4の中間転写ベルトを得て、実施例1と同様に飛び散り、鱗ムラの評価を行った。結果を図13に示す。

【0130】(比較例5) 表層5Dの厚さを $25\mu\text{m}$ とした以外は実施例1と同様に、比較例5の中間転写ベルトを得て、実施例1と同様に飛び散り、鱗ムラの評価を行った。結果を図13に示す。

【0131】(比較例6) 実施例1で用いた基層5Aの

上に実施例1の中間層5Cを乾燥皮膜の厚さが $5\mu\text{m}$ になるようにスプレー塗布し、その上にポリエステルポリウレタンの塗料をスプレー塗布し、乾燥皮膜の厚さが $10\mu\text{m}$ の表層5Dを設けて比較例6の中間転写ベルトを得た。表層5Dの体積抵抗率は $5 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ である。得られた中間転写ベルトを実施例1と同様に、飛び散り、鱗ムラの評価を行った。結果を図13に示す。

【0132】(比較例7) 実施例1の基層5Aにおいて、カーボンブラックの配合量を19部とした以外は実施例1と同様に、比較例7の中間転写ベルトを得た。基層5Aの体積抵抗率は $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ である。得られた中間転写ベルトを実施例1と同様に飛び散り、鱗ムラの評価を行った。結果を図13に示す。

【0133】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の中間転写ベルトによると、適度な静電容量と、良好な帯電特性と、大きな時定数と、十分な耐絶縁破壊性とを兼ね備えることができるので、鱗ムラ、飛び散り、斑点のすべてを、長期間にわたって防止することができる。

【0134】また、上述の中間転写ベルトを備えた本発明の画像形成装置は、長期にわたって、良好な画質を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る中間転写ベルト、及びこれを備えた画像形成装置の概略構成を示す縦断面図。

【図2】中間転写ベルトの厚み電流測定装置の概略構成を示す図。

【図3】図2の装置を用いた厚み電流測定結果例を示す図。

【図4】飛び散り画像の例を示すイメージ図。

【図5】静電的な飛び散り発生メカニズムを説明する図。

【図6】中間転写ベルトの表面電位測定装置の概略構成を示す図。

【図7】図6の装置を用いた表面電位の測定結果例を示す図。

【図8】織布状の繊維で補強した中間転写ベルトの一部展開斜視図。

【図9】糸状の繊維で補強した中間転写ベルトの一部展開斜視図。

【図10】中間転写ベルトの縦断面の一部を示す図。

【図11】感光ドラムの縦断面の一部を示す図。

【図12】本発明の実施例1～実施例8の中間転写ベルトの評価結果を示す図。

【図13】比較例1～比較例7の中間転写ベルトの評価結果を示す図。

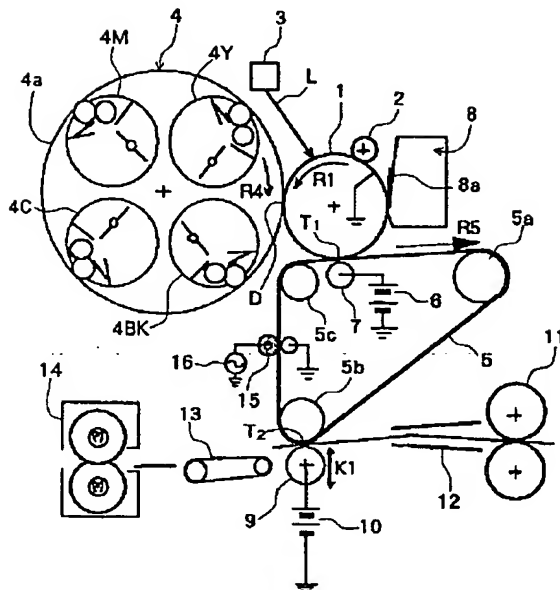
【符号の説明】

1 第1の像担持体(感光ドラム)
1A 電荷移動層

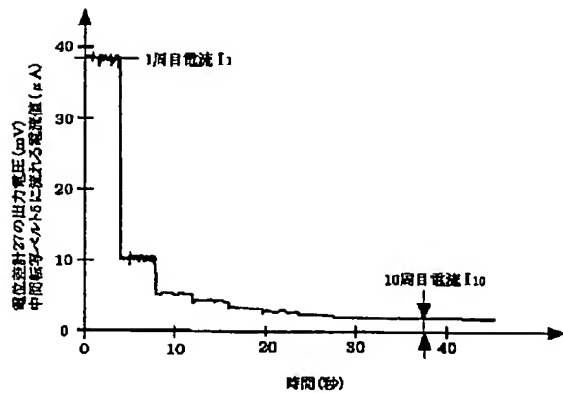
- 1 B 電荷発生層
 1 C 下引き層
 1 D 導電層
 1 E アルミニウム支持体
 2 一次帯電器
 3 露光手段
 4 現像装置
 5 中間転写ベルト
 5 A 基層 (ゴムベルト)
 5 B 繊維 (ポリエステル糸)
 5 C 第1の被覆層 (中間層)

- 5 D 第2の被覆層 (表層)
 6 一次転写バイアス電源
 7 一次転写ローラ
 8 クリーニング装置
 9 二次転写ローラ
 10 二次転写バイアス電源
 14 定着装置
 I_1 1周目電流
 I_{10} 10周目電流
 P 転写材
 ϵ 比誘電率

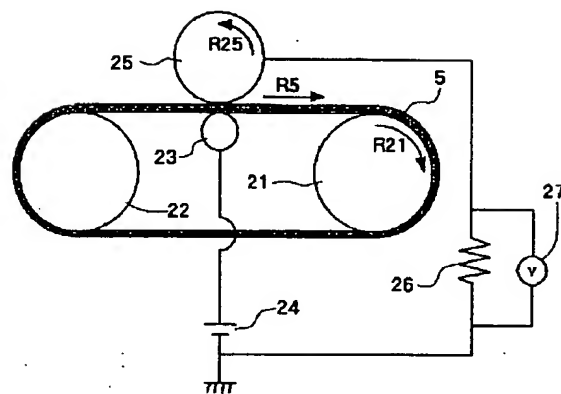
【図1】



【図3】



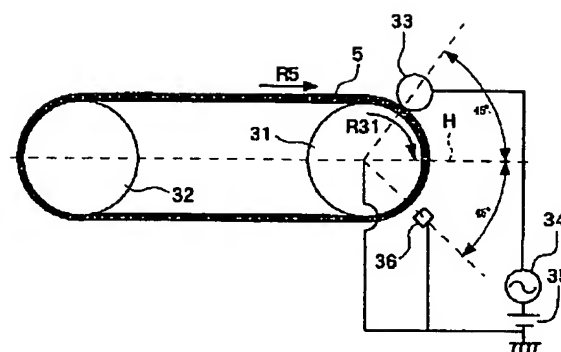
【図2】



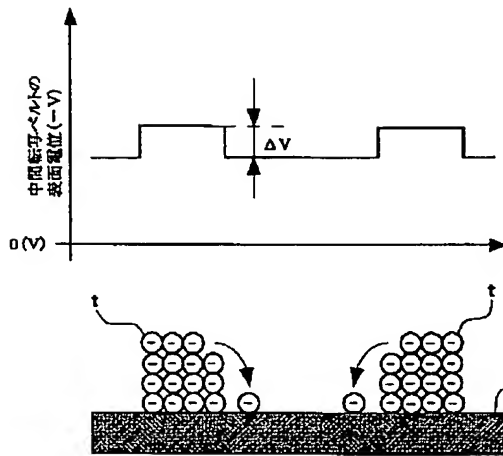
【図4】



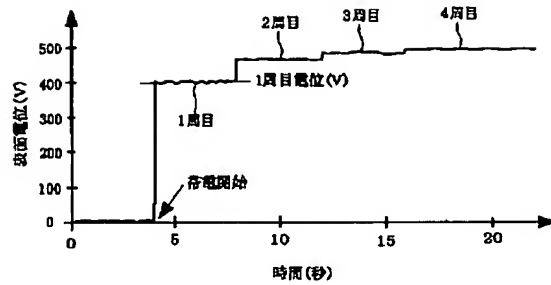
【図6】



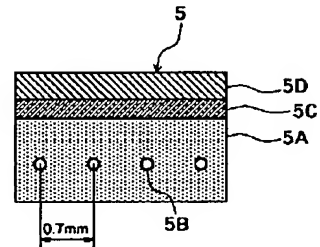
【図5】



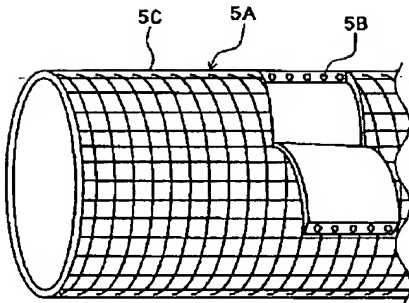
【図7】



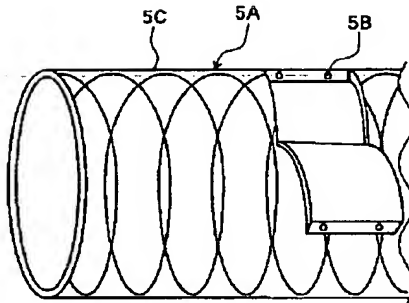
【図10】



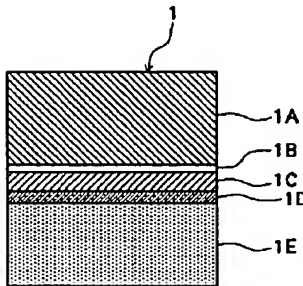
【図8】



【図9】



【図11】



【図13】

本発明の比較例における中間転写ベルトの評価結果

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	実施例7
第2の被覆層	体積抵抗率(Ω cm)	5×10^{15}	6×10^{15}	6×10^{15}	6×10^{15}	5×10^{15}	5×10^{15}
第1の被覆層	厚さ(μ m)	10	10	10	9	25	10
基層	比誘電率	5.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	厚さ(μ m)	10	1	50	10	5	10
電気特性	体積抵抗率(Ω cm)	1×10^7	1×10^7	1×10^7	1×10^7	1×10^7	1×10^{10}
	1周目電流 I (μ A)	20	38	19	60	14	60
	10周目電流 I ₁₀ (μ A)	1	2.5	1	15	0.3	25
	1周目電位 (V)	260	400	280	280	450	280
初期画像特性	飛び散り	×	○	×	×	○	×
	糊ムラ	△	○	×	○	×	×
斑点	5000枚耐久後	—	△	—	—	—	△
	1万枚耐久後	—	×	—	—	×	—

○:発生なし(良好), △:軽微に発生(実用可), ×:発生(実用不可)

【図12】

本発明の実施例における中間転写ベルトの評価結果									
第2の被覆層	体積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$)	6×10^{15}	6×10^{15}	6×10^{15}	6×10^{15}	6×10^{15}	6×10^{15}	6×10^{14}	6×10^{15}
	厚さ(μm)	10	5	20	10	10	10	8	10
第1の被覆層	比粉電率	7.8	7.8	7.8	7.8	7.5	6.6	7.5	7.5
	厚さ(μm)	10	10	10	9	40	10	10	10
基層	体積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$)	1×10^7	1×10^7	1×10^7	1×10^7	1×10^7	1×10^7	1×10^7	5×10^8
	1周目電圧 I_1 (μA)	35	40	20	37	25	20	50	22
電気特性	10周目電圧 I_{10} (μA)	2	8	0.5	2	1.5	1.5	15	1
	1周目電位(V)	880	300	430	400	300	300	310	300
初期画像特性	飛び散り	○	△	○	○	△	△	△	△
	網ムラ	○	○	△	○	○	△	○	△
現点	5000枚耐久後	○	○	○	○	○	○	○	○
	1万枚耐久後	○	○	○	△	○	○	○	○

○:発生なし(良好)、△:軽微に発生(実用可)、×:発生(実用不可)

フロントページの続き

(72)発明者 芦邊 恒徳
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内

(72)発明者 長田 弘行
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内